

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЁРДЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ КОНВЕРСИОННОГО УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Наливайко К.А.¹, Муравлева А.М.¹, Балдина А.С.¹,
Титова С.М.¹, Скрипченко С.Ю.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина
E-mail: k.a.nalivaiko@urfu.ru

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOLID RADIOACTIVE WASTE OF URANIUM PRODUCTION

Nalivaiko K.A.¹, Muravleva A.M.¹, Baldina A.S.¹,
Titova S.M.¹, Scripchenko S.Yu.¹

¹) Ural Federal University

A complex of physico-chemical studies of solid RAW of uranium production was carried out to determine the exact composition. It has been established that radioactive waste mainly consists of gypsum dihydrate, calcium carbonate, calcium fluoride, silicon dioxide.

Остановка конверсионных урановых производств приводит к необходимости ликвидации возникших за время эксплуатации предприятий шламохранилищ твердых радиоактивных отходов. На промышленных площадках в результате работы скапливаются большие объемы урансодержащего шлама, который может быть потенциальным вторичным источником урана для атомной промышленности.

Для определения целесообразности извлечения урана из отходов конверсионного уранового производства был произведен представительный отбор проб и проведены их исследования с применением различных физико-химических методов анализа.

Согласно результатам рентгенофлуоресцентного анализа, содержание урана в исследуемых образцах донного осадка шламохранилища находится в интервале 0,14-0,17%. Основу химического состава шлама составляют кальций (30%), сера (11%), фтор (6%), кислород (39%), углерод (2%), кремний (3%). Помимо данных элементов зафиксировано значительное содержание Mg (1,7%), Fe (0,8%), Al (0,6%) и Na (0,2%).

Влажность шлама составляет порядка 35%. По данным гранулометрического анализа средний диаметр частиц осадка – 34,6 мкм.

Согласно результатам рентгенофазового анализа (РФА), донный осадок шламохранилища преимущественно состоит из $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (45-50%), CaCO_3 (22-30%) и CaF_2 (10-15%). Кроме того, в составе шлама было обнаружено сложное гидратированное соединение, отвечающее по составу минералу таумаситу (7,7-10,3%), а также SiO_2 (4%). Поскольку РФА не показывает наличия соединений

урана можно полагать, что они либо составляют гетерофазную микропримесь, либо входят как компоненты твердого раствора на основе гипса.

ИК-спектры образцов шлама содержат характерные для $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и CaCO_3 полосы поглощения, связанные с колебаниями молекул воды, сульфат-иона и карбонат-иона. Кроме того, присутствуют пики, относящиеся к колебаниям $[\text{Si}(\text{OH})_6]^{2-}$, что подтверждает наличие в образцах таумасита. Фторид кальция благодаря своей спектральной характеристике в данном методе определен быть не может. Достоверно идентифицировать наличие полос поглощения SiO_2 в ИК-спектре также невозможно, так как они перекрываются полосами поглощения, характерными для карбоната и сульфата кальция, лежащие в тех же частотных областях.

Согласно результатам альфа-спектрометрического анализа, изотопный состав урана, содержащегося в шламе, в пределах погрешности соответствует нормальному изотопному составу природного урана.

Средние значения удельной активности образцов сухого осадка составляют 43 кБк/кг для суммарной α -активности и 45 кБк/кг для суммарной β -активности. Результаты гамма-спектрометрии показали, что радионуклидный состав шлама представлен дочерними продуктами распада урана-238: по 21 кБк/кг Th-234 и Ra-234. А также дочерними продуктами распада радия-226: порядка 2 кБк/кг Pb-214, Bi-214. Таким образом, данный материал относится к категории очень низкоактивных отходов.

Величина эффективной удельной активности природных радионуклидов в пробах влажного шлама составляет 1940 ± 200 Бк/кг и обусловлена только наличием Ra-226.

1. Li, C.C., Materials Science Forum, Vol. 734-744, P. 186-192, (2013)